Zur Physiologie der Epiglottis.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Paul Bert,
Medizinalpraktikant.

München 1909.
Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548322_0017

Zur Physiologie der Epiglottis.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Paul Bert,
Medizinalpraktikant.

München 1909.
Kgl. Hof- und Universitäts-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Gedruckt mit Genehmigung der medizin. Fakultät der Universität München.

Referent: Herr Obermedizinalrat Professor Dr. von Bauer.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit

gewidmet.

I.

Die Epiglottis gab schon seit den ersten Zeiten der Arzneiwissenschaften Veranlassung zu Meinungsverschiedenheiten. Die aristotelische Schule (Aristoteles, geb. 483 v. Chr.), der auch Erasistratus (250 v. Chr.) angehörte, schrieb ihr die Funktion zu, sie verschliesse den Kehlkopfeingang beim Schluckakt und verhindere so das Eindringen fester und flüssiger Nahrungsbestandteile in die Luftwege. Bekämpft wurde diese Ansicht von Hippokrates (460—377 v. Chr.) und Plato (geb. 427 v. Chr.), welche glaubten, ein Teil der aufgenommenen Flüssigkeiten passierte die Luftröhre. Es war diese uns recht sonderbar klingende Ansicht das Ergebnis von Tierversuchen. Bei der Sektion von lebend in Wasser untergetauchten Tieren fanden die Beobachter regelmässig Flüssigkeit in der Luftröhre und der Lunge, woraus sie schlossen, dass die Epiglottis nicht imstande sei, ein Eindringen von Flüssigkeiten in die Luftwege zu verhindern, dass vielmehr auch normalerweise ein Teil der flüssigen Nahrungsbestandteile seinen Weg durch den Kehlkopf nähme und von den Lungen aus resorbiert würde. Durch feste Bissen dagegen sollte der Kehldeckel niedergedrückt und so der Kehlkopfeingang verschlossen werden. Selbst Männer wie Galen (130—210 n. Chr.) und Hieronymus Fabricius ab Aquapendente (um 1535) waren auf Grund dieser Versuchsergebnisse Anhänger der hippokratischen Lehre.

Albert v. Haller, der grosse Schweizer Arzt und Physiologe des XVIII. Jahrhunderts, in dessen Elementa Physio-

logiae corporis humani[1]) wir eine ausführliche Besprechung der verschiedenen Ansichten und ihrer Vertreter finden, kannte das nach vorn und oben Steigen des Kehlkopfes beim Schluckakt, wodurch sich gewissermassen der Kehlkopfeingang unter dem Kehldeckel, der ihn vollständig deckt, verbergen sollte. Er formuliert seine Ansicht von der Wichtigkeit der Epiglottis für den Schluckakt dahin[2]): „Adparebit alias ob deglutionis pericula unice hoc a natura tutamen laryngi esse additum, ne facillime, dum bolus, potusve, super laryngis ostium in pharyngem posteriorem transit, aliquid de iis, quae ventriculo destinantur, in asperam arteriam illabatur."

F. Magendie,[3]) das Haupt der experimentierenden Schule in Frankreich, war es, der, wie er selbst schreibt, aus Zweifelsucht, die er jedem Physiologen so sehr anrät, die bis dahin (1813) allgemein anerkannte Ansicht einer experimentellen Untersuchung unterzog, deren Ergebnisse die Epiglottis ihrer so schön gedachten Funktion als Beschützerin der Luftwege entkleideten.

Magendie machte bei einem Hunde zwischen Zungenbein und Schildknorpel einen Einschnitt, zog den Kehldeckel heraus, schnitt ihn vollständig ab und schloss die äusseren Wundränder durch einige Nähte. Nach einer Stunde gab er dem Hunde zu fressen und bemerkte zu seinem Erstaunen an dem Tiere weder bei fester noch bei flüssiger Nahrungsaufnahme irgendwelche Beschwerden beim Schlucken.

Die weiteren Versuche ergaben, dass eine Durchschneidung der Nervi recurrentes den Schluckakt nicht beeinträchtigte, dass aber nach Durchschneidung der Nervi laryngei

---

[1]) Haller Albert v., Elementa Physiologiae corporis humani. Tom. VI. Bern 1764, p. 89—90.

[2]) Derselbe. Tom. III. Lausanne 1761, p. 372.

[3]) Magendie F., Mémoire sur l'usage de l'épiglotte dans la déglutition 1813. (In deutscher Übersetzung von H. Dittmer, Bremen 1814.)

superiores die Glottis in ihrem hinteren Ende offen blieb, was den Husten erklärte, der nach diesem Eingriff das Schlucken bisweilen begleitete. Durchschnitt Magendie alle vier Nerven, so hatte das Tier die grössten Beschwerden beim Schlucken und jede Flüssigkeitsaufnahme war von einem heftigen Hustenanfall begleitet. Ob die Epiglottis herausgeschnitten war oder nicht, war bei allen drei Versuchsanordnungen ohne Einfluss auf das Resultat.

Magendies Versuchsergebnisse zeigen also, dass die Epiglottis mit dem Schluckakt nichts zu tun hat, was ja auch die Tatsache, dass sie bei den Vögeln fehlt, beweist.

Wie tief die falsche Vorstellung von der Funktion der Epiglottis wurzelte, zeigen die Anfechtungen, die Magendie mit seiner Entdeckung während der folgenden Jahrzehnte über sich ergehen lassen musste.

Reichel,[1]) der erste, der die Magendieschen Befunde einer Nachprüfung unterzog, konnte sich nicht davon überzeugen, dass die Exstirpation der Epiglottis ohne Einfluss auf den Schluckakt blieb. Die Sektion der von ihm operierten Tiere ergab eiterige Prozesse und Entzündung der Wunde, wovon Magendie bei den seinen nichts erwähnt. Die von der infizierten Wunde auf die Glottislippen übergreifende Entzündung ist die Fehlerquelle, die genügt, die Ergebnisse seiner Untersuchungen zum mindesten fraglich erscheinen zu lassen.

Auch Longet,[2]) einem der grossen französischen Physiologen, der sich durch seine Vivisektionen so bedeutende Verdienste um die Nervenphysiologie erwarb, war es nicht möglich, die bis dahin allgemeine Ansicht so ohne weiteres abzutun. Bestärkt wurde er in seinem Zweifel an der Richtigkeit

---

[1]) Reichel, De usu Epiglottidis, Dissertation. Berlin 1816.

[2]) Longet F. A., Traité de Physiologie. Paris 1861. Tom. I, p. 105 ff.

der Magendieschen Untersuchungen durch die Betrachtung pathologischer Fälle, während ihm die, welche für Magendies Versuchsergebnisse sprechen, ganz entgangen zu sein scheinen.

Er operierte an sechs Hunden nach Magendies Vorgang und fand, dass feste Nahrungsbestandteile ohne Anstand geschluckt wurden, während das Schlucken flüssiger von krampfartigem Husten gefolgt war. Die Verschiedenheit des Verhaltens fester und flüssiger Nahrungsbestandteile beim Schlucken erklärte er damit, dass feste Nahrungsbestandteile als Bissen geschluckt werden, während bei flüssigen nach dem Schlucken immer noch einige Tropfen zurückbleiben, die dann bei fehlender Epiglottis in den Kehlkopf hineinfallen, von wo sie durch einen Hustenstoss wieder entfernt werden. Die Beobachtungen bei einem seiner operierten Hunde, der ohne Schwierigkeiten auch Flüssigkeiten schluckte und bei dem bei der Sektion eine Wucherung am Zungengrunde gefunden wurde, führte Longet dazu, die gegenteiligen Resultate der experimentellen Physiologie wie auch der Pathologie in Beziehung zu bringen zu einer mehr oder weniger vollständigen Zerstörung der Epiglottis.

Er schliesst also aus seinen Beobachtungen, dass Magendies Epiglottisexstirpationen unvollständig waren; auch hält er es für möglich, dass Magendies Beobachtungen sich über zu kurze Zeit nach der Operation erstreckten.

In den physiologischen Handbüchern der nächsten Jahrzehnte lauten die Angaben über die Funktion der Epiglottis recht verschieden. Bei Liskovius[1]) und Meyer[2]) ist die alte Hallersche Ansicht zu lesen. Béclard[3]) verficht die

[1]) Liskovius, Physiologie der menschlichen Stimme für Ärzte und Nichtärzte. Leipzig 1846.

[2]) Meyer, Lehrbuch der physiologischen Anatomie des Menschen. Leipzig 1856, p. 159.

[3]) Béclard, Traité Elémentaire de Physiologie. Paris. (Übersetzung von Kolb, Stuttgart 1861, p. 56.)

Longets. Moura[1]) äussert sich, die Funktion der Epiglottis sei mehr eine allgemeine, als die einer Klappe.

Der Engländer Walton[2]) machte, durch diese so sehr auseinandergehenden Ansichten veranlasst, die Epiglottis von neuem zum Gegenstand experimenteller Untersuchungen. Er operierte an Hunden und Katzen auf folgende Weise: Dem ätherisierten Tiere wurde das Maul aufgesperrt, die Zunge vorgezogen, die Epiglottis gefasst und durch zwei seitliche Einschnitte mit einer gekrümmten Schere abgetragen. Die Tiere zeigten nach der Operation durchaus keine Beeinträchtigung ihres Schluckvermögens. Er zieht aus seinen Ergebnissen den Schluss, dass Longet, in der Sorge die Epiglottis ja auch vollständig zu entfernen, ein Stück der Glottislippen mit wegschnitt. Den Vorwurf, der damit Longet gemacht wird, hält Walton für ebenso berechtigt, wie die Annahme Longets, Magendie habe die Epiglottis nicht vollständig entfernt, was doch dieser versichert.

Man kann Walton nicht Unrecht geben, wenn wir in der Beschreibung, wie Longet die Operation an seinen Tieren ausführte, lesen[3]): „Pour exécuter cette petite opération, il suffit une incision au cou, entre le cartilage thyroïde et l'os hyoïde, et, la membrane thyroïdienne étant divisée, d'attirer au dehors, avec une airigne, l'épiglotte que l'on excise en rasant le bord supérieur du cartilage thyroïde.“ Erinnert man sich der topographischen Verhältnisse des Kehlkopfes, so wird man gewahr, dass man „en rasant le bord supérieur du cartilage thyroïde“ die aryepiglottischen Falten

---

[1]) Moura, L'acte de la déglutition, son mécanisme. Paris 1867, p. 28 ff.

[2]) Walton, The function of the Epiglottis in deglutition and phonation, in The journal of Physiology 1878/79, p. 303 ff.

[3]) Longet F. A., Recherches expérimentales sur les fonctions de l'épiglotte . . . . . In Archives générales de Médecine 1841, p. 418, Anmerkung.

in ihrem vorderen Ende verletzen muss, und gerade diese sind es ja, die durch ihr festes Aneinanderlegen den Kehlkopf vollständig verschliessen.

Zur Stützung seiner Behauptung schnitt Walton bei einem Hunde mit der Schere nicht nur die Epiglottis, sondern auch ein Stück der aryepiglottischen Falten mit heraus, und der Hund zeigte die Schluckbeschwerden wie die von Longet operierten Hunde.

Waltons Versuchsergebnisse bestätigten so in vollem Masse die Richtigkeit der Magendieschen Ansicht, dass nämlich bei Hunden und Katzen die Epiglottis mit dem Schluckakt nichts zu tun hat. Wie weit man berechtigt ist, auch beim Menschen eine Beteiligung der Epiglottis am Schluckakt auszuschliessen, ergibt die Betrachtung pathologischer Fälle.

Gestützt auf die Beobachtungen Merklins und Bonnets bei Personen, deren Epiglottis durch ulceröse Prozesse zerstört war, und die die übrige Lebenszeit nur mit der grössten Schwierigkeit und oft mit der Gefahr zu ersticken, schlucken konnten, schreibt Haller: „Hinc ab epiglottide erosa, aut rigida, aut resoluta ut inverti nequiret, ex illapso in laryngem potu, funesti eventus sequuntur.“ (Tom. VI, p. 89.)

Die Angaben der grossen italienischen Anatomen Guilielmini und Targioni bezweifelt er: „Neque facillime crederim homini defuise, etiam absque deglutitionis vitio.“ (Tom. III, p. 372.)

Magendie[1]) beobachtete zwei Patienten, denen die Epiglottis vollständig fehlte und die beim Schlingen nicht die geringsten Schwierigkeiten hatten.

Longet dagegen erwähnt als Beleg für seine Ansicht die von Larrey beobachtete und auch behandelte Verletzung

---

[1]) Magendie, Précis élémentaire de Physiologie. Paris 1816, p. 63, Anmerkung.

des Generals Murat im ägyptischen Feldzuge. Ein Geschoss durchschlug Murats Hals und riss die Epiglottis an ihrem Ansatze weg. In der ersten Zeit nach der Verwundung war die Ernährung nur mit der Sonde möglich, und auch nach der Vernarbung machte das Schlucken besonders von Flüssigkeiten starke Beschwerden.

Was nun die Beweiskraft der pathologischen Fälle anbelangt, so ist zu berücksichtigen, dass man bis zur Entdeckung des Kehlkopfspiegels durch Manuel Garcia im Jahre 1855 nicht in der Lage war, die Ausdehnung des pathologischen Prozesses schon bei Lebzeiten zu bestimmen.

Waltons Beobachtungen hingegen sind nur an solchen Fällen gewonnen, bei denen das Spiegelbild die Beschränkung des Krankheitsprozesses auf die Epiglottis gezeigt hatte. Er fand, dass feste wie flüssige Nahrungsbestandteile ohne jegliche Schwierigkeit geschluckt wurden und schloss daraus, dass, wie bei Hunden und Katzen, die Epiglottis ohne Beeinträchtigung des Schluckvermögens exstirpiert werden kann, so auch beim Menschen diese mit dem Schlucken nichts zu tun hat.

Die Fortschritte der vergleichenden Anatomie und die Beobachtungen an Gefrierschnitten in den letzten 25 Jahren trugen dazu bei, die Ansichten über die Funktion der Epiglottis beim Schluckakt wieder etwas zu modifizieren.

An Schnitten bei gefrorenen und mit Alkohol gehärteten Leichen fanden Waldeyer[1]) und nach ihm Braun,[2]) dass im Ruhestand die freien Ränder der Epiglottis die Pharynxhinterwand berühren, während der obere Rand durch die rinnenförmige Gestalt des Organes von der Pharynxhinterwand

---

[1]) Waldeyer, Beitr. zur vergl. Anat. des Pharynx (im Original mir leider nicht erreichbar).

[2]) Braun, Über das Cavum pharyngo-orale et laryngeum als Schluck- und Atmungsapparat. Dissertation bei Rüdinger, München 1887, S. 23.

absteht. Zu beiden Seiten des Kehldeckels bilden die Sinus piriformes ziemlich weite Kanäle. Bissen, namentlich weichere Massen, welche auf den Kehldeckel stossen, weichen nach der Ansicht der beiden genannten Autoren infolge seiner Gestaltung von selbst nach der einen oder anderen Seite aus und gelangen so durch die Sinus periformes in die Speiseröhre und den Magen.

Die Richtigkeit dieser Vorstellung wird gestützt durch die vergleichend anatomischen Studien von Rückert,[1]) welcher nachgewiesen hat, dass bei einer grossen Reihe von Säugetieren aus allen Ordnungen Einrichtungen getroffen sind, welche nach seiner Ansicht den hinabzubefördernden Speisen den Weg durch die Schlundfurchen gleichsam anweisen. Rückert fand, dass, während beim Menschen das unterste Ende des Gaumensegels die Spitze der Epiglottis nicht erreicht, falls nicht die Uvula abnorm lang ist, bei allen übrigen Säugetieren mit Ausnahme einiger hochstehender Affen, der freie Rand des weichen Gaumens, obwohl ihm die mediane Verlängerung einer Uvula fehlt, mit dem Oberrande der Epiglottis nicht nur zusammentrifft, sondern ihn sogar nach abwärts überragt. Es liegt daher also der Kehldeckel hinter dem Gaumensegel. Diese Lage des Kehldeckels muss sich nach seiner Meinung beim Schluckakt aufheben. Schwierigkeiten entstehen bei dem Versuche der Erklärung des Schluckaktes beim Delphin. Bei diesem bilden der obere Abschnitt des Kehlkopfes, die Epiglottis und die Arytänoidknorpel eine ziemlich lange Pyramide, die hinter dem Gaumensegel in der Pars nasalis des Pharynx liegt. Ein Verschluss und Fixation des Kehlkopfes findet hier sicher durch die stark entwickelte Gaumensegelmuskulatur statt. Eine Teilung des Speiseweges in zwei Hälften ist hier ohne Zweifel anzunehmen.

---

[1]) Rückert, Der Pharynx als Sprach- und Schluckapparat. München 1882, S. 82/83.

Moritz Schmidt[1]) und mit ihm Passavant fanden, dass ein Tuschestrich auf der laryngealen Fläche der Epiglottis sich auf den Taschenbändern abdrückte, bei anderweitigen Versuchen an Kaninchen blieb der Kehldeckel aufgerichtet stehen, was nach ihrer Ansicht aber als Ausnahme anzusehen ist.

Die Vorstellung, die Moritz Schmidt sich von der Funktion der Epiglottis beim Schluckakt macht und die heute wohl allgemein angenommen ist, ist die: Der Kehldeckel kann zum grössten Teile fehlen, ohne dass das Schlucken beeinträchtigt wird. Es ist jedenfalls nicht nötig, dass er sich nach der gewöhnlichen Ansicht wie eine Klappe über den Eingang des Kehlkopfes legt, um das Verschlucken zu verhüten. Der Hauptverschluss des Kehlkopfes gegen das Eindringen von Speisen findet durch die Taschenbänder statt, indem dabei noch der Petiolus epiglottidis von vorn auf dieselben gedrückt und so der Verschluss verstärkt wird. Die beim Schlucken in der Regel seitlich eingerollte Epiglottis dient als eine Art Abweisstein nach dem viel dehnbareren seitlichen Teile des Pharynx und wird nur bei grösseren und härteren Bissen durch mechanische Gewalt auf die Kehlkopföffnung niedergedrückt. Von einer Klappenfunktion des Kehldeckels kann nicht gesprochen werden, denn ihr Hinunterklappen wird durch das Ligamentum glosso epiglotticum medium verhindert, da die Zunge im Augenblick, wo der Kehldeckel in Funktion treten soll, fest am Gaumen anliegt und so das Ligament nach oben fixiert. Gestützt glaubt er diese seine Ansicht durch die erwähnten Beobachtungen Rückerts bei Walen und anderen Tieren, bei denen die Epiglottis bis hinter das Velum hinaufgeht, weswegen er ein Herunterlegen der Epiglottis für unmöglich hält.

[1]) Schmidt Moritz, Die Krankheiten der oberen Luftwege. Berlin 1894, S. 44.

Im Hinblick auf diese letzten Erörterungen könnte man versucht sein, der Epiglottis eine immerhin recht wesentliche Beteiligung am Schluckakt zuzuschreiben, was doch nach den gründlichen Untersuchungen Magendies und Waltons unberechtigt ist. Der Befund an der Leiche, welcher uns die seitlichen Ränder der Epiglottis in Berührung mit der Hinterwand des Pharynx zeigt, entspricht nicht der Stellung, die diese Organe während des Schluckaktes einnehmen. Durch das Vorwärts- und Aufwärtssteigen des Kehlkopfes bei jedem Schluckakt entfernt sich der Kehlkopf und mit ihm der Kehldeckel recht beträchtlich von der Pharynxhinterwand, so dass der Bissen durchaus nicht seinen Weg durch die seitlichen Schlundfurchen zu nehmen braucht. Für die älteren Anatomen und Physiologen war es sicher, dass der Bissen als Ganzes geschluckt wird; eine Arbeitsteilung zwischen den beiden Schlundfurchen ist doch recht unwahrscheinlich.

Wir haben demnach keinen Grund, den von Magendie und Walton aus ihren Versuchsergebnissen gezogenen Schluss, dass die Epiglottis mit dem Schlucken nichts zu tun hat, als nicht zu Recht bestehend, abzutun.

Erinnern wir uns noch, dass nach Od'wyer intubierte Kinder, die vor der Intubation ohne Schwierigkeiten schluckten, in der ersten Zeit die grössten Schluckbeschwerden zeigen, so werden wir gewahr, wie gering der Schutz des Kehlkopfs durch den Kehldeckel vor dem Eindringen von Speiseteilen einzuschätzen ist; das mechanische Hindernis, der Tubenkopf, ist doch nicht so umfangreich, dass sich die Epiglottis nicht wie in normalem Zustande über den Kehlkopfeingang legen könnte. Der Verschluss des Kehlkopfeingangs geschieht eben durch das prompte Aneinanderlegen der Taschenbänder, die zu diesem Zwecke in ihrer ganzen Länge intakt sein müssen.

II.

Was die Beteiligung der Epiglottis an der Stimmbildung anbelangt, so spricht Haller[1]) ihr jeglichen Einfluss auf die Stimmbildung ab. „Epiglottis equidem nihil facit ad vocem;“ hinweisend auf die Tatsache, dass den Vögeln eine, der menschlichen entsprechende, Epiglottis fehlt, schreibt er weiter: „Absque Epiglottide aves suavissime canant.“ Wie gut die Vögel ohne Epiglottis schlucken, lässt ihn recht unberührt, er ist trotzdem von der Wichtigkeit der Epiglottis für das Schlucken überzeugt.

Dass die Vögel sehr wohl ein der Epiglottis äquivalentes Organ besitzen, war Haller und seinen Zeitgenossen noch nicht bekannt. Der englische Zoologe Richard Owen fand im unteren Kehlkopf der Vögel, der sogen. Trommel, eine Membran, deren Funktion sicher der der Epiglottis gleichzustellen ist. Die Trommel nimmt die Stelle der Bifurkation ein und wird von ein paar verschmolzenen Trachealringen gebildet. Am Anfang der beiden Bronchen sitzen je zwei Wülste, die durch den Luftstrom in Schwingungen gebracht, Töne hervorbringen. Der tiefe Sitz des Stimmorgans ist der Grund für die auf den ersten Blick recht sonderbare Tatsache, dass Vögel mit abgeschnittenem Halse noch zu schreien vermögen. Dem Sporne, zu dessen beiden Seiten die Bronchen abgehen, sitzt eine halbmondförmige Falte, die Owensche Membran auf, die wir in um so bedeutenderer Ausdehnung antreffen, je umfangreicher die Tonskala und Klangfarbe des Gesanges des Vogels ist.

---

[1]) Haller Albert v., Elementa Physiologiae corporis humani. Lausanne 1761. Tom. III, p. 372.

Nach Haller rechnete auch Galen die Epiglottis nicht zu den Organen, die an der Stimmbildung beteiligt sind, Tauvry[1]) und Santorini[2]) dagegen glaubten, dass sie von bedeutendem Einflusse auf das Harmonische und die Modulation einer Stimme ist. Ersterer schreibt: „les petits tremoussemens que l'air fait faire à l'épiglote, aident beaucoup à l'harmonie du son."

Einzelne Physiologen der Folgezeit teilen der Epiglottis die Funktion der Greniéschen Platte bei den Pfeifen mit metallischer Zunge zu. Der alte französische Orgelbauer Grenié brachte im Ansatzrohr gleich oberhalb der Zunge ein freibewegliches Papierblatt an mit dem Zweck, das Hinaufgehen des Tones bei zunehmendem Anblasestrom zu verhindern.

Von dieser Auffassung ausgehend nennt Biot,[3]) ein bedeutender französischer Physiker, die Epiglottis: „Membrane compensatrice." Wie Greniés Papierblatt glaubt Biot und mit ihm Magendie,[4]) hebe sich der Kehldeckel bei Verstärkung des Anblasestromes und senke sich beim Nachlassen. Bei veränderter Tonintensität werden die Schallwellen so modifiziert, dass die Tonhöhe die gleiche bleibt. Es müsste sich demnach ein Fehlen der Epiglottis beim Gesang in recht unangenehmer Weise geltend machen.

Johannes Müller,[5]) dem wir die schönen akustischen Versuche am herausgeschnittenen Kehlkopf verdanken, fand,

---

[1]) Tauvry D., Nouvelle Anatomie raisonnée. XIII. Edition. Paris 1698, p. 368.

[2]) Santorini D., Observationes anatomicae. Venedig 1724, p. 107/108.

[3]) Biot, Précis élémentaire de Physique experimentale. Paris 1817, Tom. I, p. 399.

[4]) Magendie F., Précis élémentaire de Physiologie. Paris 1816, Tom. I, p. 221.

[5]) Müller Johannes, Handbuch der Physiologie des Menschen für Vorlesungen. Coblenz 1840, Bd. II, p. 204/205.

dass durch die Deckung der oberen Kehlkopfhöhle durch Herabdrücken des Kehldeckels der Ton vertieft und zugleich dumpfer wird. Liess er den Kehldeckel wie eine Greniésche Platte frei mitschwingen, und verstärkte er den Anblasestrom, so erhöhte sich bei gleichbleibender Spannung der Stimmbänder der Ton bis zu einer Quinte. Aus seinen Versuchen geht hervor, dass die Epiglottis der Greniéschen Platte nicht analog ist, dass der Epiglottis vielmehr eine stimmende Funktion zukommt, besonders bei tiefen Basstönen glaubt er an einen die Tonhöhe erniedrigenden Einfluss der Epiglottis.

Ganz anderer Ansicht war Longet,[1]) der auf Grund seiner Experimente an Hunden jede Beteiligung der Epiglottis an der Stimmbildung entschieden ablehnte. Bei seinen Hunden, denen unter Vermeidung der Verletzung der Nervi recurrentes der Kehlkopf herausgenommen, aber noch im Zusammenhange mit der Trachea belassen war, konnte er einen Einfluss der Epiglottis auf den Ton nicht bemerken; den Anblasestrom änderte er dadurch, dass er dem Tiere geringeren oder heftigeren Schmerz zufügte, der Epiglottis gab er dabei verschiedene Stellungen oder exstirpierte sie. Auch am herausgeschnittenen Kehlkopf ist nach ihm, nach Spannung der Stimmbänder das Vorhandensein oder Fehlen der Epiglottis ohne Einfluss auf den Ton. Was die pathologischen Fälle anbetrifft, bei denen die Stimme in Mitleidenschaft gezogen ist, glaubt Longet, dass bei diesen die stimmbildenden Organe mitbefallen seien.

In Kenntnis der Schwierigkeiten, die sich bei der Prüfung des die Tonhöhe herabsetzenden Einflusses der Epiglottis selbst beim Menschen dem Untersucher entgegenstellen, kann man die groben Versuche Longets an Hunden nicht als be-

---

[1]) Longet F. A., Traité de Physiologie. Paris 1861, Tom. I, II. partie. De la voix, p. 177 ff.

weiskräftig ansehen. Seiner, von denen Johannes Müller abweichenden Versuchsergebnisse am künstlichen Kehlkopf soll an dieser Stelle nur Erwähnung getan sein.

Die Entdeckung des Kehlkopfspiegels war es, die die Physiologen begeisterte, von neuem das Studium der Beteiligung der Epiglottis an der Stimmbildung in Angriff zu nehmen.

Manuel Garcia[1]) erwähnt als erster, dass mit seinem Kehlkopfspiegel leichte Bewegungen der Epiglottis beim Gesang zu beobachten sind. Er ist der Meinung, dass hauptsächlich durch das Zurückweichen der Zungenwurzel die Epiglottis stärker nach hinten umgebeugt wird, als mit der Schwingungszahl und mit den normalen Klangeigenschaften eines Tones verträglich ist, wodurch der Ton dann einen gedrückten, gequetschten Charakter annimmt. Mit anderen Worten, der Glanz oder die Verschleierung eines Tones ist abhängig von der höheren oder tieferen Stellung der Epiglottis und zwar hauptsächlich ihres Körpers.

Moura-Bourouillou[2]) und Czermak[3]) bestätigten diese die Klangfarbe beeinflussende Wirkung der Epiglottis, ersterer beschreibt dann noch genauer den tiefen Stand der Epiglottis bei Basstönen; letzterer betont besonders die zuerst von Santorini erwähnten, durch selbständige Muskeln bedingten Bewegungen der Epiglottis.

Recht ausführlich behandelt Merkel[4]) die Fragen der Beteiligung der Epiglottis an der Stimmbildung. Crescendo

---

[1]) Garcia Manuel, Observations on the human voice, in Proceedings of the Royal society. Vol. VII. London 1855.

[2]) Moura-Bourouillou, Cours complet de laryngoscopie. Paris 1861, p. 79.

[3]) Czermak, Der Kehlkopfspiegel und seine Verwertung für Physiologie und Medizin. Leipzig 1860, p. 41.

[4]) Merkel, Die Funktionen des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes. Leipzig 1862, S. 83.

sah er die Epiglottis sich senken, decrescendo sich wieder heben. Es erinnert diese Beobachtung an Biots Auffassung der Funktion der Epiglottis als einer Membrane compensatrice. Die Epiglottis verhindert durch ihr Sichsenken das Hinaufgehen der Tonhöhe bei allmählich verstärktem Anblasestrom. Die Tonhöhe betreffend sagt er: Die Epiglottis folgt nicht nur beim Singen tiefer Töne den Bewegungen des Schildknorpels nach abwärts, sondern sie wird auch noch ausserdem etwas niedergezogen, dergestalt, dass man bei dem tiefsten Tone kaum noch etwas von der Glottis wahrnehmen kann. Was das gutturale Timbre, Kehltöne mit ihrem gequetschten Charakter, anbelangt, so ist er ganz der erwähnten Meinung Garcias.

Bei Fournié,[1]) der auch den tiefen Stand der Epiglottis bei Basstönen beobachtete, lesen wir: „Son influence consiste évidemment à ralentir les vibrations sonores renfermées dans le vestibule de la glotte, et à favoriser ainsi la formation des premières notes d'échelle vocale.“

Recht eingehend beschäftigte sich Walton[2]) mit der Funktion der Epiglottis bei der Stimmbildung. Er stellte genaue Untersuchungen über ihren Einfluss auf Tonhöhe, Klangfarbe und Tonstärke an.

Die Tonhöhe betreffend fand er, dass bei E der grösste Teil der Stimmbänder sichtbar ist; beim Absteigen in der Tonskala senkt sich die Epiglottis immer mehr, beim Aufsteigen hebt sie sich wieder. Von E in der Tonskala ansteigend, sah er die Epiglottis sich immer mehr senken, um dann nach Absteigen in der Tonskala sie bei E, wieder ihre ursprüngliche Stellung einnehmend, zu finden. Den Tiefstand

---

[1]) Fournié Ed., Physiologie de la voix et de la parole. Paris 1866, p. 108.

[2]) Walton G. L., The function of the Epiglottis in deglutition and phonation, in the Journal of Physiology 1878/79, S. 313.

bei hohen Tönen erklärt er wie folgt: Bei Tonerhöhung kommt es zu einer Verstärkung des Anblasestromes und gleichzeitig zu einer vermehrten Spannung der Stimmbänder. Es würde beides zusammen den Ton höher werden lassen als gewünscht, was aber durch das Tiefertreten besonders des Epiglottiskörpers kompensiert wird. Der Epiglottiskörper wirkt nach seiner Vorstellung also als Stimmer, der freie Rand aber soll als Resonator den Ton verstärken. Letzteres hält er durch die Beobachtungen, dass die Spannung der Epiglottis um so grösser ist, je höher der Ton, für bewiesen. Seine Untersuchungen am der Leiche entnommenen, künstlich angeblasenen Kehlkopf ergaben, dass jede Stellungsänderung der Epiglottis eine Änderung der Tonhöhe mit sich bringt. Wie weit dies für die Verhältnisse am Lebenden von Geltung ist, hält Walton für schwer zu entscheiden, da hier die verschiedensten Faktoren mit im Spiele sind.

Zur Prüfung des Einflusses der Epiglottis auf die Klangfarbe liess er einen guten Sänger einen dumpfen Ton singen und fand, dass die Epiglottis, der Zunge dicht folgend, sich über die Stimmbänder zurücklegte und so dieselbe Stellung einnahm, die ihr am toten, künstlich angeblasenen Kehlkopf zur Hervorbringung eben dieses Tones gegeben werden musste. Bei verschleierten Tönen hinwieder rückt die Epiglottis dicht an die Zungenwurzel heran. Es fällt so, wie er annimmt, ihre Wirkung als Resonator weg, die Stimme streicht glatt über sie hin und lässt sich erst ihre Klangfarbe vom Gaumen bilden.

Diese letztere Theorie glaubt er durch den nasalen Charakter des Tones gestützt. Bei der Änderung der Intensität des Tones spielt sie insofern eine Rolle, als sie durch ihr Sichniederlegen ein Hinaufgehen des Tones bei vermehrtem Anblasestrom verhindert.

Es dürfte wohl interessieren, was ein so bedeutender

Laryngologe wie Moritz Schmidt[1]) von dem Einfluss der Epiglottis auf die Stimmbildung sagt: „Im ganzen richtet sich der Kehldeckel bei den hohen Tönen mehr auf, doch ist dies individuell sehr verschieden und hängt unter anderem sehr von der Schulung der Stimme ab. Bei einem Sänger, der gewöhnt ist, sehr pathetisch zu singen, wird man den Kehldeckel ebenso nach hinten hängend finden wie bei einem Pfarrer infolge der Gewohnheit des pathetischen Sprechens.“ Moritz Schmidt hält die tiefe Stellung der Epiglottis bei den höheren Lagen für fehlerhaft, die Stimme kann trotzdem schön klingen, allein die momentane Ausdauer ist nicht so vorhanden, und solche Sänger verlieren ihre Stimme in der Regel früher, da sie eben mit einer relativ zu grossen Anstrengung singen.

Es geht wohl aus diesen Ausführungen zur Genüge hervor, dass die Meinungen über den Einfluss der Epiglottis auf die Stimmbildung durchaus nicht so geklärt sind, wie bei der scheinbaren Einfachheit der Dinge anzunehmen wäre. Die Änderung des Toncharakters bei den verschiedenen Stellungen der Epiglottis wird keinem, der der Sache einige Aufmerksamkeit widmet, entgehen. Um so schwieriger ist es, über den Einfluss ihrer Stellung auf die Tonhöhe ins klare zu kommen. Während bei der einen Versuchsperson für jeden Beobachter eine Tonerniedrigung nach Herabdrücken des Kehldeckels ohne Zweifel ist, sind bei der anderen die Angaben der Beobachter recht divergente. Objektive Werte lassen sich schliesslich nur mittels eines Phonographen finden. Derartige Tonanalysen sind in Wachsmuths[2]) Veröffentlichungen der Meissnerschen Untersuchungen zu finden, auf die weiter unten zurückzukommen ist.

---

[1]) Schmidt Moritz, Die Krankheiten der oberen Luftwege, Berlin 1894, S. 51.

[2]) Wachsmuth R., Klangaufnahmen an Blasinstrumenten. Nachgelassenes Manuskript von G. Meissner. Pflügers Archiv, Bd. 116, S. 543.

Wird der Ton tiefer, wenn die Epiglottis auf den Kehlkopfeingang herabgedrückt wird, so muss logischerweise beim Sichwiederaufrichten der Epiglottis der Ton höher werden. Bekanntermeise ist es viel leichter, bei höheren als bei tiefen Tönen, zumal wenn letztere dumpf und gepresst sind, eine Differenz in der Tonhöhe herauszuhören. Von diesen Gesichtspunkten aus nahm ich die Versuche auf, und es war mir so möglich, bei einer viel grösseren Anzahl von Versuchspersonen den tonstimmenden Einfluss der Epiglotits zu Gehör zu bringen.

Es wurden die Versuche angestellt, wie folgt:

Unter Leitung des Kehlkopfspiegels drückte ich den Kehldeckel mit einer Kehlkopfsonde auf den Kehlkopfeingang, während die Versuchsperson aufgefordert wird, einen bestimmten Ton zu singen. Dabei war bei dem vollständig geänderten Toncharakter eine Tonerniedrigung in vielen Fällen keineswegs mit Sicherheit zu hören. Liess ich nun durch rasches Zurückziehen der Sonde den Kehldeckel zurückschnellen, während die Versuchsperson den Ton hielt, so war in den meisten Fällen eine deutliche Tonerhöhung die Folge. Die Erklärung dieser Beobachtung ergibt sich aus folgender Betrachtung: Die Versuchsperson wird aufgefordert, einen bestimmten Ton zu halten, was ganz ihre Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt. Wie schwer es ist, einen Ton längere Zeit zu halten, kann man an jedem mittleren Sänger beobachten. Drücke ich nun die Epiglottis herab, so wird der die Tonhöhe erniedrigende Einfluss der tiefer stehenden Epiglottis, da die Versuchsperson das Bestreben hat, die Tonhöhe zu halten, mehr oder weniger unwillkürlich kompensiert durch eine Vermehrung der Spannung der Stimmbänder oder durch eine Verstärkung des Anblasestromes. Unterlässt man die Aufforderung, den Ton zu halten, so fällt bei den meisten Versuchspersonen der Ton um ein ganz Beträchtliches schon

in verhältnismässig kurzer Zeit. Das Zurückgehen des Kehldeckels durch Zurückziehen der Sonde erfolgt so rasch, dass der Versuchsperson zur Kompensation keine Zeit bleibt und Schallwellen nicht modifiziert von der Epiglottis zu Gehör kommen: der Ton ist deutlich erhöht.

Aus den Meissnerschen Untersuchungen geht hervor, dass es sich bei der Beurteilung der Klangkurven der phonographischen Aufnahmen des bei aufgerichteter und herabgedrückter Epiglottis gesungenen Tones um eine Vergleichung der Obertöne und besonders der Amplituden derselben handelt. Es lässt danach vermuten, dass bei aufgerichteter Epiglottis die Amplituden der höheren Töne grössere sind als die des Grundtones, dass dagegen bei niedergedrückter Epiglottis die Amplituden der niederen Obertöne und besonders die des Grundtones überwiegen. Beim Gesang hören wir hauptsächlich die Obertöne, treten diese zurück infolge verminderter Intensität, wie aus einer Kurve an ihrer kleinen Amplitude zu ersehen wäre, so haben wir die Empfindung, einen tieferen Ton zu hören.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. H. Neumayer für die Anregungen zu dieser Arbeit und die dabei gewährten Unterstützungen, sowie Herrn Obermedizinalrat Prof. Dr. Bauer für die gütige Übernahme des Referates meinen herzlichsten Dank aussprechen zu dürfen.

Literaturübersicht.

Béclard: Traité elémentaire de Physiologie. Paris. Übersetzung von Kolb, Stuttgart 1861.

Biot: Précis élémentaire de Physique experimentale, Paris 1817.

Braun: Über das Cavum pharyngo-orale et laryngeum als Schluck- und Atmungsapparat. Inaug.-Dissert. München 1887.

Czermak: Der Kehlkopfspiegel und seine Verwertung für Physiologie und Medizin. Leipzig 1860.

Ferrein: De la formation de la voix de l'homme, in Histoire de l'Academie royale des sciences. Paris 1741.

Fournié, Ed.: Physiologie de la voix et de la parole. Paris 1866.

Garcia, Manuel: Observations on the human voice, in Proceedings of the Royal society. Vol. VII. London 1855.

Haller, Albert von: Elementa Phxsiologiae corporis humani. Tom. VI. Bern 1764 und Tom. III. Lausanne 1761.

Liskovius: Physiologie der menschlichen Stimme für Ärzte und Nichtärzte. Leipzig 1846.

Longet, F. A.: Traité de Physiologie. Paris 1861.

— Recherches expérimentales sur les fonctions de l'épiglotte et sur les agents de l'occlusion de la glotte dans la déglutition, le vomissement et la rumination, in Archives générales de Médecine. 1841.

Magendie, F.: Mémoire sur l'usage de l'épiglotte dans la déglutition. 1813. In deutscher Übersetzung von Heinr. Dittmer. Bremen 1814.

— Précis élémentaire de Physiologie. Paris 1816.

Merkel, C. L.: Die Funktion des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes. Leipzig 1862.

Meyer: Lehrbuch der physiologischen Anatomie des Menschen, Leipzig 1856.

Moura: L'acte de la déglutition, son Mécanisme. Paris 1867.

Moura-Bouronillon: Cours complet de la laryngoscopie suivi des applications du laryngoscope. Paris 1861.

Müller, Johannes: Handbuch der Physiologie des Menschen für Vorlesungen. Koblenz 1840.

Reichel: De usu Epiglottidis. Inaug.-Dissert. Berlin 1816.

Rückert, Dr. S.: Der Pharynx als Sprach- und Schluckapparat. München 1882.

Santorini, Domin.: Observationes anatomicae. Venedig 1724.

Schmidt, Moritz: Die Krankheiten der oberen Luftwege. Berlin 1894.

Tauvry, Dan.: Nouvelle Anatomie raisonnée. XIII. Edition. Paris 1698.

Wachsmuth, R.: Klangaufnahmen an Blasinstrumenten, eine Grundlage für das Verständnis der menschlichen Stimme. Nachgelassenes Manuskript von Georg Meissner in Pflügers Archiv. Bd. 116. S. 543.

Walton, G. L.: The function of the Epiglottis in deglutition and phonation in The Journal of Physiology. 1878/79.

Lebenslauf.

Ich, Paul Bert, wurde geboren am 25. August 1883 zu Beerfelden im Odenwald als Sohn des Pfarrers Dr. Georg Bert und dessen Ehefrau Anna geb. Klinger. Vom sechsten bis neunten Lebensjahre besuchte ich die Volksschule zu Beerfelden, vom neunten Lebensjahre ab das Herbstgymnasium zu Mainz, woselbst ich im Herbste 1902 das Zeugnis der Reife erwarb. Nach Ablauf der Militärdienstzeit oblag ich dem Studium der Medizin auf den Universitäten Strassburg, Berlin und München und bestand am 28. November 1908 zu München das ärztliche Staatsexamen.